



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 199 09 924 C 2**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 21 D 26/02

⑳ Aktenzeichen: 199 09 924.3-14
㉔ Anmeldetag: 6. 3. 1999
④③ Offenlegungstag: 14. 9. 2000
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 4. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

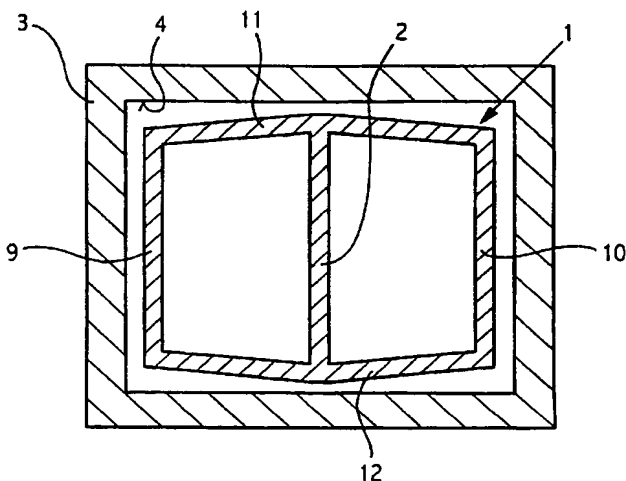
⑦③ **Patentinhaber:**
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦② **Erfinder:**
Zuber, Armin, Dipl.-Ing., 74909 Meckesheim, DE;
Leitermann, Wulf, Dipl.-Ing., 74206 Bad Wimpfen,
DE; Hoffmann, Alexander, Dipl.-Ing., 74626
Bretzfeld, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**
DE 44 41 192 C2
DE 43 22 711 A1

⑤④ **Verfahren zum Innenhochdruck-Umformen**

⑤⑦ Verfahren zum Innenhochdruck-Umformen eines Hohl-
profiles in einem Umformwerkzeug, wobei ein Fluid mit
hohem Druck in das Hohlprofil eingebracht wird, um die-
ses über eine plastische Verformung von einem Aus-
gangszustand in einen Endzustand zu bringen, dadurch
gekennzeichnet, daß ein Untermaß unabhängig von den
weiteren Hohlprofil-Abmessungen als absolutes Maß
vorgegeben wird.



DE 199 09 924 C 2

DE 199 09 924 C 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Innenhochdruck-Umformen eines Hohlprofils in einem Umformwerkzeug, wobei ein Fluid mit hohem Druck in das Hohlprofil eingebracht wird, um dieses über eine plastische Verformung von einem Ausgangszustand (Istmaß) in einen Endzustand (Nennmaß) zu bringen.

[0002] Das Verfahren zum Innenhochdruck-Umformen ist sowohl in der allgemeinen Literatur als auch in der Patentliteratur eingehend beschrieben und gewürdigt worden. Beispielshaft sei hier auf die DE 44 41 192 C2 verwiesen, die sich der Aufgabe widmet, die Verfahrensweise so auszugestalten, daß eine exakte Regelung der Umformparameter, insbesondere des Innendruckes, erfolgen kann.

[0003] Das Innenhochdruck-Umformen wird beispielsweise auch zum Kalibrieren von Strangpreßprofilen eingesetzt. Da solche Profile nur mit einer begrenzten maßlichen Genauigkeit gefertigt werden können, ist eine nachfolgende Kalibrierung häufig unumgänglich. Zu diesem Zweck wird das Strangpreßprofil beträchtlich unter dem geforderten Nennmaß gefertigt (Untermaß !), um beim nachfolgenden Innenhochdruckumformen eine Verformung im plastischen Bereich zu gewährleisten.

[0004] Nach bekanntem Stand der Technik wird ein der Bauteilgeometrie entsprechendes prozentuales Untermaß gewählt. Nun wurde erkannt, daß diese Vorgehensweise nicht immer geeignet ist, beim Umformen eine Dehnung im plastischen Bereich in einem Maße zu ermöglichen, wie sie zum Erreichen des Nennmaßes nötig wäre. Anhand Fig. 1 läßt sich dies näher erläutern:

Dabei ist ein Hohlprofil 1, hier mit einem Steg 2 versehen, in ein Werkzeug 3 eingelegt, wobei die Hohlräume von einem Fluid mit hohem Druck P_1 beaufschlagt werden, um das Hohlprofil 1 letztlich so weit aufzuweiten, daß es sich an die Innenwand 4 des Werkzeuges 3 anlegt. Wie der mit strichpunktierter Linie 5 angedeutete Endzustand des Hohlprofils 1 verdeutlicht, gelingt dies mit der Vorgehensweise nach dem Stand der Technik nicht in optimaler Weise.

[0005] So legen sich bei steigendem Fluidruck P_1 zunächst die mittigen Abschnitte der Seitenwände (9-12) an die Werkzeuggravur an. Aufgrund des hohen Fluiddruckes P_1 und der damit verbundenen Normalkraft F_N , die für eine große Reibungskraft zwischen Hohlprofil 1 und Werkzeug-Innenwand 4 sorgt, kommt es an diesem tribologischen System zum Haften der Seitenwände 9-12 an der Werkzeuggravur. Die Folge ist, daß sich der Materialfluß nicht über die gesamte Breite einer jeden Seitenwand 9-12 vollzieht. Bei der Umformung kommt es daher nur im kantennahen Bereich 6, in dem geringere Reibungskräfte herrschen, zum Fließen des Werkstoffes.

[0006] Wird ein prozentuales Untermaß gewählt, so bezieht man den Prozeß der plastischen Verformung auf die gesamte Breite einer Seitenwand 9-12. Es wird damit nicht berücksichtigt, daß sich die Formänderung zum Ausbilden der Kanten 7 nur in einem bestimmten Bereich (kantennaher Bereich 6) vollzieht. Es ergibt sich der Nachteil, daß sich das Hohlprofil 1, insbesondere jedoch die Kanten 7, nicht richtig ausformen.

[0007] Liegt ein Mehrkammerprofil vor, wie aufgrund des vorhandenen Steges 2 gemäß Fig. 1 der Fall, so ergeben sich weitere nachteilige Auswirkungen. Bei der herkömmlichen Ausführung des Steges 2 ergibt sich, daß sich dieser bei der Innenhochdruckumformung geringfügiger verformt als die äußere Hohlprofilwandung. Die Folge ist, daß sich das Hohlprofil 1 nicht symmetrisch umformt. Im Anschlußbereich 8 des Steges 2 entsteht eine nach innen gewölbte Vertiefung, der Steg 2 hält die Hohlprofilwandung während des

Innenhochdruckumformens zurück.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verfahrensweise zum Innenhochdruckumformen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 in der Weise weiterzubilden, daß das Hohlprofil 1 nach erfolgter Umformung in sämtlichen Wandbereichen das geforderte Nennmaß erreicht.

[0009] Die erfindungsgemäße Lösung ist im Kennzeichen des Patentanspruches 1 zu sehen. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verfahrensweise sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Das Istmaß des Hohlprofils 1 ist also so gewählt, daß bei der Innenhochdruckumformung noch so viel Freiraum verbleibt, daß das Hohlprofil 1 bis in den plastischen Bereich 6 gedehnt werden kann. Andererseits ist der Freiraum nicht zu groß gewählt, so daß nicht die Gefahr besteht, daß zu viel Material dem kantennahen Bereich 6 zufließen müßte. Dies würde den Nachteil nach sich ziehen, daß sich die Hohlprofilwandung im Kantenbereich einschnürt.

[0011] Wie erwähnt ist der kantennahe Bereich 6, in dem das Material nachfließen kann, begrenzt. In Versuchen hat sich gezeigt, daß dieser Bereich 6 etwa 15 mm breit ist. Dabei ist es unerheblich, welche Abmessungen das Hohlprofil 1 ansonsten aufweist. Um bei der Innenhochdruckumformung eine plastische Formänderung zu erreichen, sollte beispielsweise das Material des Hohlprofils 1 eine Dehnung von 0,5% erfahren. Demzufolge wäre aufgrund der Beziehung

$$\Delta I = \epsilon \times I_0$$

(ΔI = Differenz von Istmaß zu Nennmaß, ϵ = Dehnung in Prozent, I_0 = Breite des in die Kante 7 nachfließenden kantennahen Bereiches 6 des Hohlprofils 1)

ein absolutes Untermaß von etwa 0,75 mm angebracht. Auch mit 0,5 mm und 1,0 mm sind noch gute Ergebnisse erzielbar.

[0012] In einer Weiterbildung der Erfindung wird, wie in Fig. 2 schematisch angedeutet, bei Mehrkammerprofilen der Steg 2 so ausgeführt (etwas breiter als die Seitenwände 9, 10), daß dieser recht nahe an die Werkzeug-Innenwand 4 herangeführt wird und sich damit bei der späteren Innenhochdruckumformung ein geringerer Umformweg für den Steg 2 ergibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Innenhochdruck-Umformen eines Hohlprofils in einem Umformwerkzeug, wobei ein Fluid mit hohem Druck in das Hohlprofil eingebracht wird, um dieses über eine plastische Verformung von einem Ausgangszustand in einen Endzustand zu bringen, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Untermaß unabhängig von den weiteren Hohlprofil-Abmessungen als absolutes Maß vorgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Untermaß von 0,5 bis 1,0 mm, vorzugsweise 0,75 mm gewählt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschlußbereich eines Steges (2) an eine Hohlprofilwand (11, 12) durch entsprechende Bemessung des Steges (2) ein geringeres Untermaß gewählt wird, so daß dort die Hohlprofilwand (11, 12) näher an die Werkzeug-Innenwand (4) heranreicht, als in den übrigen Bereichen der Hohlprofilwand (11, 12).

FIG.1

Stand der Technik

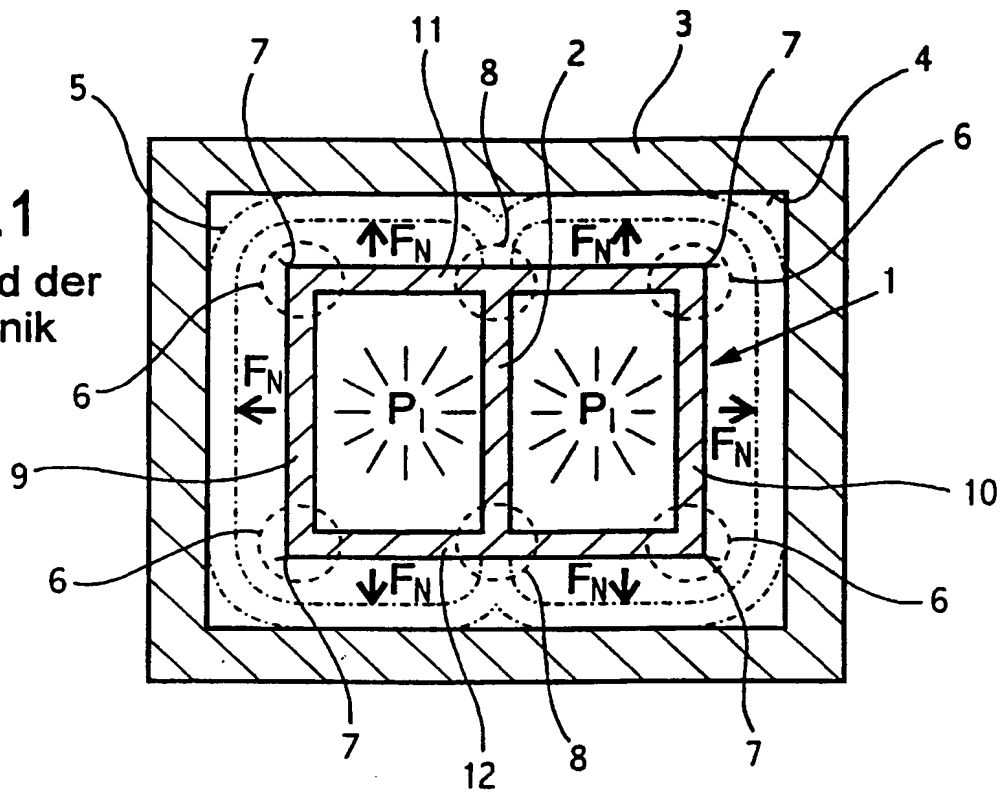


FIG.2

